

# Analisis Teknis Tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di Perairan Masalembo

Andi Kusuma, Hasanudin

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail:* hasanudin@na.its.ac.id

**Abstrak**— Meningkatnya frekuensi kejadian kecelakaan transportasi laut di Indonesia akhir-akhir ini semakin memprihatinkan. Kejadian kecelakaan yang dialami transportasi laut beberapa diantaranya terjadi karena tabrakan, kebocoran pada kapal, kebakaran dan lainnya. Tugas Akhir ini bermaksud untuk melakukan analisis secara teknis pada tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di Perairan Masalembo, pada penelitian ini dilakukan pemodelan kebocoran pada lambung KM. Meratus Banjar 2 untuk dianalisis stabilitas dengan menggunakan software Maxsurf Stability education version. Kebocoran terjadi pada *shechast* di kompartemen kamar mesin sisi *portside* sehingga isi tangki-tangki balas berpindah dari *starboard* ke *portside* dan mempengaruhi stabilitas kapal. Dari pemodelan kebocoran dapat diketahui pengaruh masuknya air pada kapal terhadap stabilitas kapal. Terutama pengaruhnya pada lengan pengembali (GZ). Setelah dilakukan analisis stabilitas kapal saat kapal mengalami kebocoran di kamar mesin dengan *trim* sebesar 4.50 m di dapatkan, sudut *heeling* sebesar -17.6 deg, *draft* depan 4.715 m, *draft* belakang 9.215 m, *displacement* kapal sebesar 12708 ton dan volume air masuk di kamar mesin sebesar 1250.019 m<sup>3</sup>, dengan status kapal GZ mendekati nol (negatif) sebesar -0.0004 m. Berdasarkan hasil analisis di atas nilai GZ pada saat bocor adalah negative, sehingga kapal tidak memiliki momen pengembali yang cukup. Hal ini mengakibatkan kapal mengalami *capsize* dan akhirnya tenggelam.

**Kata Kunci**—: *capsize*, kebocoran, kecelakaan kapal, lengan pengembali, *sechest*, stabilitas.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki wilayah seluas 7,7 juta km<sup>2</sup>, dengan luas lautan 2/3 wilayah Indonesia, dan garis pantai terpanjang ke empat di dunia sepanjang 95.181 km, serta memiliki 17.480 pulau mempunyai potensi ekonomi pada jasa transportasi laut (pelayaran) yang sangat besar, karena sudah tidak dapat dipungkiri lagi bahwa transportasi laut (kapal) merupakan sarana transportasi utama guna menjangkau dan menghubungkan pulau-pulau di wilayah nusantara sehingga menciptakan konektifitas antar pulau di Indonesia [1]. Salah satu strategi percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi nasional adalah dengan mengedepankan penguatan konektifitas antar pulau terutama pulau-pulau terluar. Konektifitas ini hanya bisa terwujud apabila transportasi laut di negara kepulauan terus diperankan secara signifikan [2]. Salah satunya adalah kapal kontainer yang merupakan alat

transportasi laut yang dapat mengirimkan barang antar pulau.

Kapal kontainer didesain untuk pemuatan kontainer dalam tumpukan atau sel vertikal, dapat didalam ruang muat, di geladak, atau kombinasi dari keduanya. kontainer diukur dalam FEU's atau TEU's. Satu FEU adalah sebuah kontainer dengan panjang 40 feet, sedangkan satu TEU adalah satu kontainer dengan panjang 20 feet. FEU adalah singkatan dari "Forty foot Equivalent Unit", sedangkan TEU adalah "Twenty foot Equivalent Unit". Kapal kontainer memiliki berbagai keuntungan yaitu, resiko kehilangan serta kerusakan sangat kecil, bongkar muat sangat cepat, biaya lebih murah (biaya pengapalan, biaya penumpukan, biaya penyediaan pengepakan/ kemasan seperti peti-peti dll), resiko bercampurnya barang-barang yang dapat merusak kemungkinan besar jarang terjadi, bagi pemilik barang sangat mudah mengawasinya (cukup dengan mengetahui nomor kontainer).

Meningkatnya frekuensi kejadian kecelakaan transportasi laut di Indonesia akhir-akhir ini semakin memprihatinkan. Kejadian kecelakaan yang dialami transportasi laut beberapa diantaranya adalah tenggelamnya kapal, tabrakan antar kapal dan kebakaran pada kapal. Yang mana tenggelamnya kapal terjadi karena beberapa faktor, seperti kapal mengalami kebocoran di bagian lambung, dimana setiap kapal yang tenggelam akan berdampak kerugian yang sangat besar bagi pemilik kapal (*Owner*) maupun pihak asuransi yang bersangkutan serta akan memakan banyak korban jiwa. Maka dari itu pentingnya keselamatan kapal pada saat berlayar. Hal yang paling mungkin dapat dilakukan oleh perancang kapal adalah berusaha semaksimal mungkin agar ketika mengalami kebocoran kapal masih memiliki daya apung cadangan yang cukup sehingga masih dapat mengapung dan memiliki stabilitas yang baik [3]. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan membagi kapal menjadi beberapa ruangan atau kompartemen dengan memberikan sekat kedap pada kapal baik secara melintang maupun memanjang. Adapun fungsi dari pembagian ruangan ini adalah untuk mengurangi hilangnya stabilitas melintang dan memanjang akibat kebocoran, mengurangi free surface moment, melindungi kerusakan pada muatan, serta mengurangi hilangnya daya apung cadangan kapal [4].

Pada tanggal 2 September 2015 sekitar pukul 10.00 waktu setempat, masyarakat dikejutkan dengan peristiwa kecelakaan kapal yaitu tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di perairan Masalembo. Awalnya pada tanggal 31 Agustus 2015 kapal

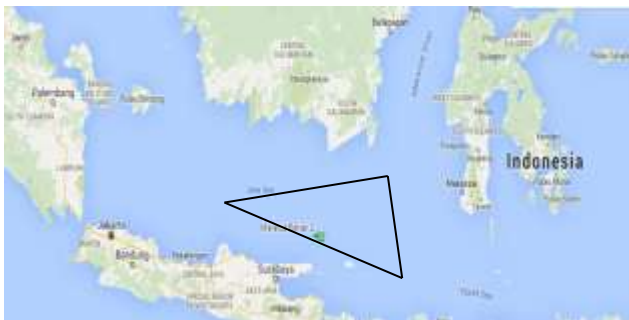
tersebut berlayar dari pelabuhan Tanjung Perak menuju Makasar, di tengah perjalanan menuju Makasar KM. Meratus Banjar 2 mengalami kecelakaan dan tenggelam.

Tugas Akhir ini bermaksud untuk melakukan analisis secara teknis tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di perairan Masalembu. Analisis teknis tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 dimulai dari pemodelan kapal pada saat kapal berangkat sampai dengan tenggelamnya kapal, dari pemodelan tersebut akan dianalisis stabilitas kapal dan kebocoran kapal. Hasil analisis tersebut bisa bermanfaat sebagai pembelajaran untuk mengetahui kondisi yang terjadi pada kapal apabila terjadi kebocoran dan bisa digunakan untuk mengantisipasi agar tidak terjadi hal serupa pada kapal-kapal lain.

## II. KONDISI KECELAKAAN LAUT

### 2.1. Perairan Masalembu

Perairan Masalembu adalah sebuah perairan Indonesia yang terletak Laut Jawa, tepatnya pertemuan antara laut Jawa dengan Selat Makasar. Wilayah ini sering disebut sebagai segitiga bermuda Indonesia karena kejadian misterius yang terjadi hampir sama dengan rentetan kecelakaan yang pernah terjadi di bermuda *triangle*. Masalembu menjadi terkenal ketika kecelakaan yang sering terjadi di daerah tersebut serta cerita masyarakat yang mengkaitkan kecelakaan di perairan tersebut dengan hal mistis yang beredar disana.



Gambar 1. Perairan Masalembu

Kawasan perairan Masalembu jika dilihat secara geografis bisa dilihat pada Gambar 1. dimana nama segitiga Masalembu muncul akibat garis khayal yang berbentuk segitiga sama sisi didasar laut Kepulauan Masalembu, garis khayal di dasar laut ini amat sempurna sebagai bentuk segitiga, terletak di antara Laut Jawa dan Selat Makassar. Kepulauan Masalembu sendiri terdiri dari tiga pulau kecil, Pulau Masalembu, Pulau Masakambing, dan Pulau Keramaian. Ketiga pulau yang berpenghuni seribu hingga tiga ribuan jiwa ini termasuk dalam wilayah Kecamatan Masalembu, Kabupaten Sumenep, Provinsi Jawa Timur. Berjarak sekitar 112 mil laut dari Pelabuhan Kalianget, Sumenep. Terdapat 1 pulau yang tidak berpenghuni yaitu pulau kambing.

Hal yang paling logis untuk menjelaskan kondisi magnetik di Masalembu adalah keberadaan kantong udara di perairan Masalembu. Pakar penerbangan Kamis Martono menyebutkan,

area segitiga masalembu memiliki titik kantong udara (*air pocket*). Kantong udara adalah ruangan yang berisi udara yang mengalir dengan kecepatan tinggi sehingga dapat menyedot pesawat, kapal atau benda apapun di sekitarnya. Biasanya titik air pocket ini berada di sekitar kawasan pegunungan. Jika di atas wilayah air pocket ini melintas pesawat udara dengan ketinggian yang rendah, pesawat ini bisa saja tiba-tiba tersedot ke bawah menghantam bumi atau justru terlontar ke atas [5].

### 2.2. Kecelakaan

Peristiwa berupa kejadian atau musibah, yang tidak dikehendaki oleh pihak-pihak, terjadi sebelum, dalam waktu atau sesudah penyelenggaraan pengangkutan karena perbuatan manusia atau kerusakan alat pengangkut sehingga menimbulkan kerugian material, fisik, jiwa atau hilangnya mata pencaharian bagi pihak penumpang, pemilik barang atau pihak pengangkut.

## III. DASAR TEORI

### 3.1. Kebocoran (*Flooding*)

Kapal bisa disebut suatu bangunan apung yang tersusun dari pelat besi dan baja atau bisa juga tersusun dari bahan lain seperti aluminium, kayu, fiber. Kapal mempunyai kompartemen-kompartemen atau tangki-tangki. Jika kulit kapal (pelat kapal) mengalami kerusakan atau kebocoran maka akan mengakibatkan air laut masuk ke dalam ruangan atau kompartemen kapal tersebut. Hal ini berlangsung sampai terjadi keseimbangan baru dari kapal atau sampai kapal itu sendiri tenggelam karena kemasukan air. Kebocoran pada kompartemen mengakibatkan perubahan sarat, trim, dan heel [6]. Dalam praktiknya mustahil untuk membuat kapal yang benar-benar mampu bertahan untuk tidak mengalami kebocoran (*flooding*) baik karena kecelakaan, kandas, ataupun sebab lainnya. Oleh sebab itu, para naval architect berusaha semaksimal dan seoptimal mungkin untuk mengurangi kemungkinan kapal tenggelam akibat kebocoran (*flooding*), baik dari segi konstruksi maupun peraturan dan standart pelayaran. Untuk itu pulalah dibuat regulasi sehingga ketika kapal mengalami kebocoran kapal masih bisa mengapung dan crew kapal dapat diselamatkan. Peraturan dan standart yang mengatur tentang kebocoran pada kapal ini yaitu SOLAS tentang *subdivision and damage stability* [7].

Kapal dianggap masih belum tenggelam jika geladaknya masih berada di atas air, meskipun hanya sedikit. Menurut perjanjian, jarak ini diambil 76 mm (atau 3 inci) dan garis yang sejajar geladak ini disebut garis batas atau margin line.

### 3.2. Trim Kapal

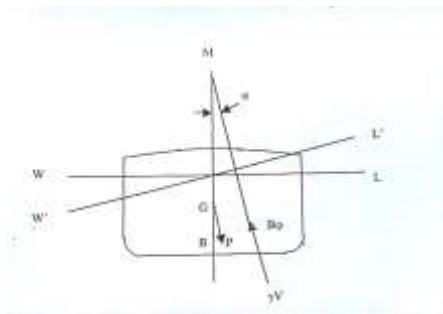
*Trim* adalah perbedaan antara draft depan pada haluan dan draft belakang pada buritan. *Trim* merupakan sudut kemiringan kapal secara membujur [8].

- *Trim evel kill* yaitu *draft* depan kapal sama dengan *draft* belakang kapal.
- *Trim by bow* yaitu *draft* belakang lebih kecil dari *draft* depan
- *Trim by stern* yaitu *draft* belakang lebih besar dari *draft*.

### 3.3. Stabilitas Kapal

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ) [9].

Peninjauan stabilitas kapal di pengaruhi oleh tiga titik utama yang memegang peran penting, yaitu titik berat kapal (G), titik tekan gaya keatas (B), dan tinggi metracenter (M). Titik G adalah titik berat kapal yang dipengaruhi oleh konstruksi kapal. Titik B adalah titik tekan gaya keatas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang ada di dalam air. Titik M adalah titik perpotongan gaya tekan ke atas ( $\gamma V$ ) pada keadaan tetap dengan faktor gaya tekan ke atas pada sudut kecil. Pada keadaan kapal seimbang titik G dan titik B harus berada pada satu garis vertikal terhadap permukaan zat cair, dan besar gaya berat kapal sama dengan gaya tekan ke atas.



Gambar 2. Kapal dalam keadaan oleng

Dari Gambar 2 pada saat kapal mengalami oleng akan terlihat bahwa titik G dan titik  $B_0$  tidak terletak pada satu garis vertikal lagi terhadap garis air yang baru. Sehingga terlihat bahwa gaya tekan ke atas  $\gamma V$  dan gaya berat kapal P tidak bekerja pada satu garis kerja. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya momen yang akan mengembalikan kapal pada keadaan semula.

Dilihat dari kedudukan titik berat kapal (G) terhadap tinggi mentasentra (M) maka kita peroleh tiga kemungkinan, yaitu :

#### (1). Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di bawah titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali

#### (2). Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget.

Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

#### (3). Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau healing moment sehingga kapal akan bertambah miring [10].

## IV. METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1. Tahap Pengerjaan

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini ada beberapa tahap yang harus dilakukan.

1. Identifikasai masalah: mengidentifikasi suatu kejadian yang akan angkat menjadi topik pada Tugas Akhir.
2. Studi literature: pada tahap ini dilakukan pembelajaran dan pengumpulan teori-teori yang berkaitan dengan analisis tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 dan hal-hal yang berkaitan dengan tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2.
3. Pengumpulan data: sebelum dilakukan analisis teknis tenggelamnya KM. Meratus Banjar terlebih dahulu harus didapatkan data-data yang dibutuhkan, antara lain kronologi kejadian tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 dan *stability booklet* kapal tersebut.
4. Pemodelan lambung kapal: pemodelan Kapal dilakukan pada KM. Meratus Banjar 2 dengan tujuan agar analisis yang akan dilakukan hasilnya akurat, terutama pada kondisi trim yang diterima KM. Meratus Banjar 2 dalam keadaan bocor dengan memakai software Maxsurf.
5. Pemeriksaan hidrostatik: pemeriksaan hidrostatik dilakukan agar pemodelan lambung kapal sama persis dengan data hidrostatik kapal sebenarnya.
6. Pembuatan tangki model: pembuatan tangki model dilakukan agar tata letak tangki-tangki dan kapasitas tangki sama dengan kapal sebenarnya, kapal yang dimaksud yaitu KM. Meratus Banjar 2.
7. Pemeriksaan kesesuaian ukuran volume tangki: setelah tangki kapal model dibuat, selanjutnya dilakukan pemeriksaan kapasitas tangki. Kapasitas tangki yang dimaksud adalah berapa banyak volume dan berat yang bisa dimuat oleh tangki jika diisi penuh.
8. Pembebanan (*load case*): perencanaan kondisi atau load case dilakukan untuk memberikan pembebanan pada model kapal agar seperti pembebanan kapal sebenarnya.
9. Perencanaan kebocoran dan stabilitas: analisis *trim* dan *heel* KM. Meratus Banjar 2 dilakukan pada kondisi kapal sebelum dan sesudah mengalami kebocoran. Sedangkan untuk pemeriksaan *trim* dan *heel* dilakukan dengan menggunakan software Maxsurf.

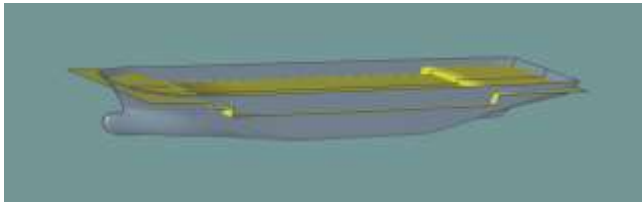
10. Analisis dan pembahasan: pengolahan data digunakan untuk menjelaskan secara teknis tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2.
11. Kesimpulan: setelah semua tahap diselesaikan, selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan dari analisis dan perhitungan yang telah dilakukan. Kesimpulan berupa kronologi kejadian tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2, kondisi stabilitas kapal saat bocor, penyebab tenggelamnya kapal,

## V. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Ukuran utama kapal yang dianalisis dapat dilihat pada Tabel 1. akan dilakukan pengecekan dengan ukuran model yang dibuat.

Table 1.  
Pengecekan ukuran model dan kapal sebenarnya

Ukuran Utama	Data Kapal	Model	Selisih	Prosentase
$\Delta$ (ton)	11360	11360	0	0,0000
Lwl (m)	112	112,034	0,034	0,0304
B (m)	19,8	19,8	0	0,0000
T (m)	6,5	6,558	0,58	0,8923
Cb	0,699	0,699	0	0,0000



Gambar 3. Model KM. Meratus Banjar 2

Pada model kapal yang ditunjukkan Gambar 3. ini diharapkan untuk toleransi dari koreksi perbedaan antara model dari data pada kapal sebenarnya sebesar maksimal 1 %. Sehingga dengan melihat pada Tabel 1. dapat dikatakan bahwa model sudah memenuhi untuk dilakukan langkah selanjutnya dalam analisis.

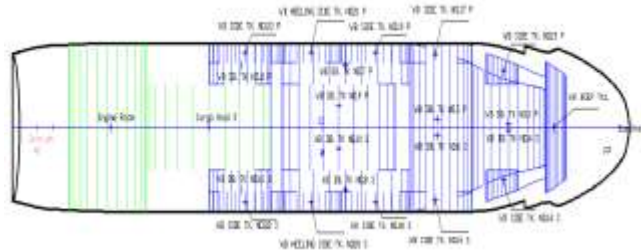
Table 2.  
Load case KM. Meratus Banjar 2 pada saat berangkat

Item name	Jumlah	Unit Mass (ton)	Total Mass (ton)
Lightship	1	3546,801	3546,801
Kontainer	1	5731,030	5731,030
Fuel Oil	1	292,988	292,988
MGO	1	73,526	73,526
ME. LO	1	19,352	19,352
Ballast water Tank	1	1595,391	1595,391
Total Load Case			11259,088

Dari Tabel 2. dapat dilihat *load case* KM. Meratus Banjar 2 pada saat kapal akan berangkat dari Pelabuhan Tanjung Perak menuju Makasar.

### 5.1. Analisis Stabilitas Kapal berangkat

Sesuai dengan kronologi kejadian yang didapat dan bukti pendukung pada saat kejadian. KM. Meratus Banjar 2 berangkat dari pelabuhan Tanjung Perak pada tanggal 31 Agustus 2015, pukul 11.21



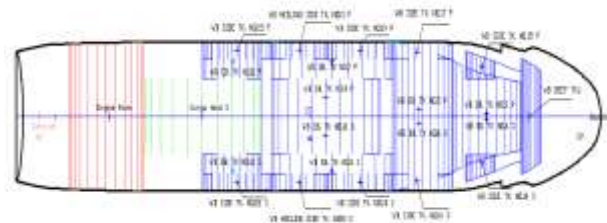
Gambar 4. Tampak atas tangki kapal (kronologi 1)

Pada Gambar 4 kapal berangkat dari pelabuhan Tanjung Perak dalam kondisi muatan lebih berat *portside* dibandingkan *starboard*, karena ada penambahan 2 crane pada bagian *portside*. Sehingga dibalas di sisi *starboard* untuk mengimbangnya, selain itu diatur balasnya supaya *trim* sesuai kondisi keberangkatan kapal.

Analisis stabilitas yang didapatkan pada tanggal 31 Agustus 2015, pukul 11.21 dengan menggunakan *software* Maxsurf Stability *education version* adalah KM. Meratus Banjar 2 mengalami kondisi *trim* sebesar 0.949 m, didapatkan sudut *heeling* 0.0 deg, *draft* depan 5.946 m, *draft* belakang 6.895 m, volume air masuk 0 m<sup>3</sup>, dan status kapal berada di GZ positif.

### 5.2. Analisis Stabilitas Kapal Mengalami Kebocoran

Sesuai dengan kronologi kejadian yang didapat dan bukti pendukung pada saat kejadian. KM. Meratus Banjar 2 mengalami Kebocoran pada kamar mesin pada tanggal 1 September 2015 pukul 12.30.



Gambar 5. Tampak atas tangki kapal (kronologi 2)

Pada Gambar 5. kapal mengalami kebocoran di kamar mesin sisi *portside* sebesar 40% air yang masuk, sehingga air hampir sebagian memenuhi ruangan pada kamar mesian. Kebocoran tersebut diduga karena kran pada *seachest* di kamar mesin mengalami aus sehingga tidak dapat ditutup dengan baik.

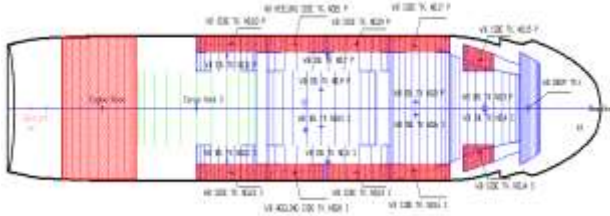
Analisis yang didapatkan pada tanggal 1 September 2015, pukul 12.30 adalah KM. Meratus Banjar 2 ketika mengalami kebocoran di kamar mesin dengan *trim* sebesar 4.273 m, didapatkan sudut *heeling* 0 deg, *draft* depan 4.352 m, *draft* belakang 8.625 m, *displacement* kapal: 11737 ton, volume air masuk di kamar mesin sebesar 466.38 m<sup>3</sup>, status kapal GZ



positif.

### 5.3. Analisis Stabilitas Kapal Mengalami perpindahan isi tangki

Sesuai dengan kronologi kejadian yang didapat dan bukti pendukung pada saat kejadian. KM. Meratus Banjar 2 mengalami Kebocoran pada kamar Mesin dan bertambahnya air masuk pada kamar mesin, pada tanggal 2 September 2015 pukul 03.00.



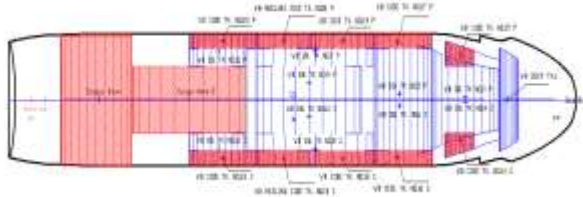
Gambar 6. Tampak atas tangki kapal (kronologi 9)

Pada Gambar 6. kapal mengalami penambahan air di kamar mesin sisi *portside* sebesar 75%, mengalirnya *ballast water* pada *heeling side tank* sisi *starboard* sebesar 69% ke *heeling side tank* sisi *portside*, mengalirnya *ballast water* pada *side tank* no. 14 sisi *starboard* ke *side tank* no. 15 sisi *portside* sebesar 10 %, mengalirnya *ballast water* pada *side tank* no. 16 sisi *starboard* ke *side tank* no.17 sisi *portside* sebesar 20%, mengalirnya *ballast water* pada *side tank* no. 18 sisi *starboard* ke *side tank* no.19 sisi *portside* sebesar 20%, mengalirnya *ballast water* pada *side tank* no. 22 sisi *starboard* ke *side tank* no.23 sisi *portside* sebesar 20%.

Analisa yang didapatkan pada tanggal 2 September 2015, pukul 03.00 adalah KM. Meratus Banjar 2 mengalami *trim* sebesar 3.479 m, didapatkan, sudut *heeling* -16.2 deg, *draft* depan 5.162 m, *draft* belakang 8.640 m, *displacement* kapal sebesar 12509 ton, volume air yang masuk di kamar mesin 1250.019 m<sup>3</sup>, status kapal GZ positif.

### 5.4. Analisis Stabilitas Kapal Mengalami capsizes

Sesuai dengan kronologi kejadian yang didapat dan bukti pendukung pada saat kejadian. KM. Meratus Banjar 2 mengalami Kebocoran pada kamar mesin pada tanggal 2 September 2015 pukul 05.42.



Gambar 7. Tampak atas tangki kapal (kronologi 10)

Pada Gambar 7. masuknya air di kamar mesin sisi *portside* sebesar 75%, masuknya air di cargo hold 3 sebesar 20 %, mengalirnya *ballast water* pada *heeling side tank* sisi *starboard* sebesar 69% ke *heeling side tank* sisi *portside*, mengalirnya *ballast water* pada *side tank* no. 16 sisi *starboard* ke *side tank* no.17 sisi *portside* sebesar 20%, mengalirnya

*ballast water* pada *side tank* no. 18 sisi *starboard* ke *side tank* no.19 sisi *portside* sebesar 20%, penambahan *ballast water* pada *side tank* no. 22 sisi *starboard* sebesar 55% dan penambahan *ballast water* *side tank* no.23 sisi *portside* sebesar 95%.

Dengan mengalirnya isi tangki disebelah *starboard* ke *portside* menyebabkan *trim heel* kapal bertambah, begitu pula volume air yang masuk ke ruang mesin. Karena *trim* -nya besar air masuk ke ruang muat akibat permukaan air lebih besar dari lubang palkah. Karena adanya permukaan bebas di ruang mesin dan ruang muat menyebabkan kapal labil kemudian *capsize* dan selanjutnya KM. Meratus Banjar 2 tenggelam.

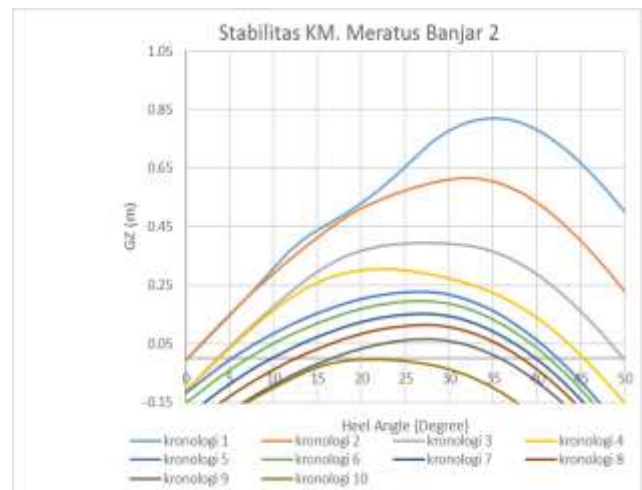
Table 3.  
Total load case KM. Meratus Banjar 2 pada saat *capsize*

Item name	Jumlah	Unit Mass (ton)	Total Mass (ton)
Total Load Case			12708,135

Dari Tabel 3. dapat dilihat total *load case* KM. Meratus Banjar 2 pada saat kapal mengalami *capsize*.

### 5.5. Resume Stabilitas KM. Meratus Banjar 2

Gambar 15. bawah ini adalah resume dari stabilitas KM. Meratus Banjar 2 Setelah dianalisis stabilitasnya dari saat kapal berangkat sampai saat kapal mengalami kebocoran.



Gambar 8. Resume grafik stabilitas

Dari Gambar 8. resume grafik stabilitas KM. Meratus Banjar 2 dapat dilihat sudut heelnya dan lengan GZnya. Sebagai contoh pada grafik stabilitas kronologi 1 (kapal berangkat) bisa dilihat bahwa KM. Meratus Banjar 2 memiliki GZ max masih positif dengan nilai GZ max sebesar 0.815 m pada sudut *heeling* 36° dan sampai pada akhirnya kejadian diseries10 yang menunjukkan KM. Meratus Banjar 2 sudah tidak memiliki momen pengembali, yang dapat dilihat dari grafik stabilitas di atas dimana diketahui bahwa GZ max mendekati nol (*negative*) dengan nilai GZ sebesar -0.0004 m

pada sudut heeling 22°.

## VI. KESIMPULAN

Dari hasil analisis teknis terhadap informasi dan data yang ada, dapat disimpulkan bahwa:

- Terjadinya kecelakaan laut tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2 di Perairan Masalembo pada tanggal 02 September 2015 yaitu awalnya terjadi kebocoran pada lubang *seachest* di kamar mesin sisi *portside*. Selang beberapa jam kapal mengalami penambahan air di kamar mesin mengakibatkan mesin induk mati dan mesin pompa mati, sehingga kapal semakin *heel* di sisi *portside* dan menyebabkan mengalirnya air balas pada tangki-tangki balas di sisi *starboard* ke tangki-tangki balas sisi *portside*. Dengan mengalirnya isi tangki disebelah *starboard* ke *portside* menyebabkan *trim heel* kapal semakin bertambah, begitu pula volume air yang masuk ke ruang mesin, karena *trim* -nya besar air masuk ke ruang muat. Adanya permukaan bebas di ruang mesin dan ruang muat menyebabkan kapal menjadi labil kemudian *capsize*. Selanjutnya KM. Meratus Banjar 2 tenggelam dikarenakan akibat penambahan air di kamar mesin dan ruang muat menjadikan berat kapal lebih besar dari pada *displacement* kapal.
- Saat air masuk dibagian kamar mesin mencapai 75% pada bagian *portside* dan bertambahnya *ballast water* pada *side tank* no. 22 dan no. 23 sisi *portside*, serta masuknya air ke ruang muat 3 (*cargo hold 3*) dikarenakan *trim* pada kapal terlalu besar. Pada saat itu KM. Meratus Banjar 2 mengalami *capsize* dan selanjutnya tenggelam, hal ini juga bisa dilihat dari kurva stabilitas dengan melihat nilai GZ pada saat itu, dimana GZ maks berada di bawah nol / bernilai negatif.
- Kondisi Stabilitas KM. Meratus Banjar 2 saat kejadian:
  - ❖ Saat kapal berangkat, GZ max berada di sudut *heeling* 36° sebesar 0.815 m
  - ❖ .Saat terjadi kebocoran di bagian kamar mesin, GZ max berada di sudut *heeling* 32° sebesar 0.545 m
  - ❖ Saat berpindahnya isi tangki-tangki balas sisi *starboard* ke sisi *portside*, GZ max berada di sudut *heeling* 26° sebesar 0.112 m
  - ❖ Saat terjadi *capsize* dikarenakan *trim* pada kapal semakin besar sehingga air masuk ke dalam ruang muat 3 dan kapal tidak memiliki momen pengembali. GZ max berada di sudut *heeling* 22° sebesar -0.0004 m

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adityawarman. (2012, Maret 7). *Transportasi Laut Miliki Peran Penting dalam Pembangunan Nasional*. Retrieved from Antaranews: <http://www.antaranews.com/berita/300200/transportasi-laut-miliki-peran-penting-dalam-pembangunan-nasional>.
- [2] Sutardjo, A. Wiramihadja. (2012). *Transportasi Laut dan Ekonomi Nasional*. Rafika Aditama, Bandung.
- [3] Vossnack, E and Boonstra, H. (1992). *Integration of Damage Stability Improvement*, Marine Safety and Environment/Ship Protection, Delft

- [4] Nickum, G. C. (1988). *Subdivision and Damage Stability*. Principle of Naval Architecture Second Revision. E. V. Lewis. Jersey City, SNAME.
- [5] Anonim. (2015,5). *Misteri Segitiga Masalembo Segitiga Bermudanya Indonesia*, Retrieved from Aneh Tapi Nyata: <http://www.anehtapinyata.net/2015/05/misteri-segitiga-masalembo-segitiga.html>.
- [6] Biran, A. B. (2003). *Ship Hydrostatics and Stability*, Butterworth-Heinemann.
- [7] Rawson, K. J. dan Tupper, E. C. (1983). *Basic Ship Theory*, Chapter 5 Hazards and Protection, Longman, London.
- [8] Andrianto, P. (1988), *Teknik Bangunan Kapal I*. Fakultas Teknologi Kelautan – ITS, Surabaya
- [9] Wakidjo, P. (1972). *Stabilitas Kapal Jilid II*. Penuntun dalam Menyelesaikan Masalah.
- [10] Edwaed V. Lewis, Ed. (1988). *Second Revision, Vol. I, Stability and Strength*, Principle of Naval Architecture Jersey City, NJ.